

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-118068

(43)Date of publication of application : 27.04.2001

(51)Int.Cl.
G06T 7/00
G10L 15/06
G10L 15/10

(21)Application number : 11-295058 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

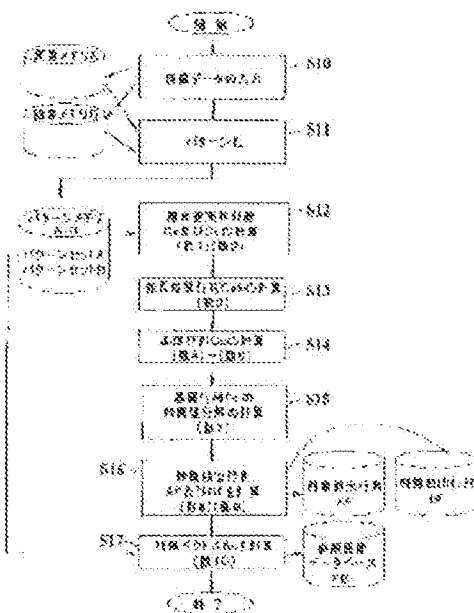
(22)Date of filing : 18.10.1999 (72)Inventor : NAGAO KENJI

(54) METHOD AND DEVICE FOR PATTERN RECOGNITION AND METHOD AND DEVICE FOR PATTERN COLLATING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To recognize which pattern class registered in a database an input pattern corresponds to through collating even when acquisition conditions of data greatly change.

SOLUTION: An input means acquires pattern sets (A1, B1) for instruction through two sensing processes, and a means is provided which finds a feature extraction matrix AF of the set A1 and a feature extraction matrix BF of the set B1 maximizing inter-class variance corresponding to different classes and minimizing in-class variance corresponding to the same class, and a reference data base



previously holds a set of feature quantities calculated by using the feature extraction matrix BF and the feature extraction matrix BF for respective patterns B1i of the set B1 and a best-matching decision means selects the element which is most similar to the feature quantity extracted by applying the feature extraction matrix AF to an inputted pattern A2j from the reference database.

* NOTICES *

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim 1]Distribution between classes corresponding to a class which is different from a pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of a pair of a pattern gained through two sensing processes, Calculate feature-extraction-matrix AF of the set A1, and feature-extraction-matrix BF of the set B1 from class internal variance corresponding to the same class, and each pattern B1i of the pattern set B1 for instruction is received, Calculate characteristic quantity fB1i using said feature-extraction-matrix BF, and a set {fB1i} and said feature extraction matrices AF and BF of these characteristic quantity fB1i are saved beforehand reference data base FB1, A pattern recognition method determining an element most similar in characteristic quantity saved said reference data base FB1 as characteristic quantity fA2j extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern A2j.

[Claim 2]Feature-extraction-matrix AF and feature-extraction-matrix BF from said pattern set for instruction (A1, B1). Distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class is maximized, The pattern recognition method according to claim 1 calculating feature-extraction-matrix AF of the set A1 and feature-extraction-matrix BF of the set B1 who minimize class internal variance which is scatter in a class between patterns corresponding to the same class.

[Claim 3]Feature-extraction-matrix AF and feature-extraction-matrix BF gain the pattern sets A1 and B1 for instruction which are sets of a pattern gained in two processes, A process of presuming covariance-matrix Ca between classes of each pattern space, and Cb from the pattern set A1 for instruction, and a pattern set of the set B1, A process of calculating class internal variance Cab over those A1 and B1 from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets A1 and B1, Said two covariance-matrix Ca and Cb each A process of calculating inverse-matrix Casqrtinv of a square root procession, and Cbsqrtinv,The pattern recognition method

according to claim 2 calculating from a process of calculating said three procession $\text{Casqrtinv}(s)$, Cab , and product Cd of Obsqrtinv , and a process of performing singular value decomposition of Cd .

[Claim 4] From a pattern set for instruction ($A1$, $B1$) which is a set of a pair of a pattern gained through two sensing processes. Distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class is maximized,

Feature-extraction-matrix AF of the set $A1$ which minimizes class internal variance which is scatter in a class between patterns corresponding to the same class, And input pattern a which calculated feature-extraction-matrix BF of the set $B1$, and was gained in two processes, A pattern matching method calculating the characteristic quantity fa and fb using said feature extraction matrices AF and BF , respectively from b , and judging whether the two patterns a and patterns b are the same from similarity of the characteristic quantity fa and fb .

[Claim 5] Feature-extraction-matrix AF and feature-extraction-matrix BF gain the pattern sets $A1$ and $B1$ for instruction which are sets of a pattern gained in two processes, A process of presuming covariance-matrix Ca between classes of each pattern space, and Cb from the pattern set $A1$ for instruction, and a pattern set of the set $B1$, A process of calculating class internal variance Cab over those $A1$ and $B1$ from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets $A1$ and $B1$, Said two covariance-matrix Ca and Cb each A process of calculating inverse-matrix Casqrtinv of a square root procession, and Obsqrtinv , a process of calculating said three procession $\text{Casqrtinv}(s)$, Cab , and product Cd of Obsqrtinv , and a process of performing singular value decomposition of Cd from -- a calculating pattern matching method according to claim 3.

[Claim 6] A pattern input means which gains a pattern set for instruction ($A1$, $B1$) which is a set of a pair of a pattern through two sensing processes, Distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class is maximized, A feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set $A1$ which minimizes class internal variance which is scatter in a class between patterns corresponding to the same class, and feature-extraction-matrix BF of the set $B1$, As opposed to each pattern $B1i$ of said pattern set $B1$ for instruction, Reference data base $FB1$ which calculated characteristic quantity $fb1i$ using said feature-extraction-matrix BF , and saved beforehand a set $\{fb1i\}$ and said feature-extraction-matrix BF of these characteristic quantity $fb1i$, A pattern recognition device possessing characteristic quantity $fa2j$ extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern $A2j$, and an optimal match determination means to choose a most similar element from said reference data base $FB1$.

[Claim 7] A feature-extraction-matrix creating means gains the pattern sets $A1$ and $B1$ for instruction which are sets of a pattern gained in two processes, A

covariance-matrix creating means between classes which presumes covariance-matrix C_a between classes of each pattern space, and C_b from the pattern set $A1$ for instruction, and a pattern set of the set $B1$, A class internal variance procession creating means which calculates class internal variance C_{ab} over those $A1$ and $B1$ from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets $A1$ and $B1$, Said two covariance-matrix C_a and C_b each A square root procession inverse-matrix creating means which calculates inverse-matrix $C_{asqrtinv}$ of a square root procession, and $C_{bsqrtinv}$, The pattern recognition device according to claim 6 calculating said three procession $C_{asqrtinv}(s)$, C_{ab} , and product C_d of $C_{bsqrtinv}$, and calculating the feature extraction matrices AF and BF from a singular-value-decomposition means to perform singular value decomposition of C_d .
 [Claim 8] A pattern collation device comprising:

A pattern input means which gains a pattern set for instruction ($A1$, $B1$) which is a set of a pair of a pattern through two sensing processes.

A feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set $A1$ which maximizes distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class, and minimizes class internal variance which is scatter in a class between patterns corresponding to the same class, and feature-extraction-matrix BF of the set $B1$.
 Input pattern a inputted from a pattern input means, a feature extraction means which calculates the characteristic quantity f_a and f_b using said feature extraction matrices AF and BF , respectively from b .

An identity judging means which judges whether the two patterns a and patterns b are the same from similarity of the characteristic quantity f_a and f_b .

[Claim 9] A feature-extraction-matrix creating means gains the pattern sets $A1$ and $B1$ for instruction which are sets of a pattern gained in two processes, A covariance-matrix creating means between classes which presumes covariance-matrix C_a between classes of each pattern space, and C_b from the pattern set $A1$ for instruction, and a pattern set of the set $B1$, A class internal variance procession creating means which calculates class internal variance C_{ab} over those $A1$ and $B1$ from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets $A1$ and $B1$, Said two covariance-matrix C_a and C_b each A square root procession inverse-matrix creating means which calculates inverse-matrix $C_{asqrtinv}$ of a square root procession, and $C_{bsqrtinv}$, The pattern collation device according to claim 7 calculating said three procession $C_{asqrtinv}(s)$, C_{ab} , and product C_d of $C_{bsqrtinv}$, and calculating the feature extraction matrices AF and BF from a singular-value-decomposition means to perform singular value decomposition of C_d .

[Claim 10] It is the recording medium which recorded a program which performs pattern recognition by computer, From a pattern set for instruction ($A1$, $B1$) which is a

set of a pair of a pattern gained through two sensing processes. Distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class is maximized, Feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes class internal variance which is scatter in a class between patterns corresponding to the same class. And calculate feature-extraction-matrix BF of the set B1, and each pattern B1i of the pattern set B1 for instruction is received. Calculate characteristic quantity fB1i using said feature-extraction-matrix BF, and a set {fB1i} and said feature extraction matrices FA and FB of these characteristic quantity fB1i are saved beforehand at a reference data base. A recording medium which recorded a pattern recognition program which determines an element most similar in characteristic quantity saved said reference data base FB1 as characteristic quantity fA2j extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern A2j.

[Claim 11] It is the recording medium which recorded a program which performs pattern matching by computer. From a pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of a pair of a pattern gained through two sensing processes. Distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class is maximized, Feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes class internal variance which is scatter in a class between patterns corresponding to the same class. And input pattern a which calculated feature-extraction-matrix BF of the set B1, and was gained in two processes. A recording medium which calculated the characteristic quantity fa and fb using said feature extraction matrices AF and BF, respectively from b, and recorded a pattern matching program which judges whether the two patterns a and patterns b are the same from similarity of the characteristic quantity fa and fb.

DETAILED DESCRIPTION

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the pattern recognition method, the pattern recognition device, the pattern matching method, and pattern collation device which recognize a picture, a sound, etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] If a person's face, character people's voice, etc. are assumed to be pattern recognition as expression of substance downloaded to the computer via SENSIGU devices, such as a camera, an image scanner, a microphone, for example, substance. It is classifying the picture of a face, and an audio signal on the basis of correspondence with the substance. (1) — depending on the situation at the time of sensing, etc., though it is alike and originates in the same substance, [therefore,] It can be said that it is the art of treating two change factors of presenting scatter of a different aspect seemingly, i.e., the distribution in a class, a difference of (2) substance, therefore the difference that appears in a pattern, i.e., the distribution between classes. In the technical field of pattern recognition,

conventionally the high method of evaluation, First, one sample space corresponding to a set of the whole pattern is assumed, and on it, the distribution in a class is minimized and it is based on the fundamental model of performing feature extraction, by applying a consistent function which maximizes distribution between classes to each input data. For example, a discriminant analysis method of Fisher (Fukunaga: Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1972), It is known very well as an example of representation of ***, and was often actually used in fields, such as character recognition, speech recognition, face image recognition.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, if the model it is supposed that is being pulled from the assumption in a conventional method, i.e., one distribution with the whole global pattern, is often seen from an actual problem, it serves as existing impossible setting out. For example, if the mug shot of a warrant card and the system which performs collation of the face picture directly captured with the video camera are considered, to one side having radiographed the object, another side is the picture indirectly captured from printed matter etc., needs to compare these and needs to judge identity. However, in order to assume a set of all the pictures generated from a completely different process to originate in one distribution, the change of a picture is too large and collation of a warrant card photograph and the person himself/herself actually serves as work often difficult also for us human beings. Therefore, there is a limit in the approach in the conventional model of one distribution describing the whole pattern, and it being consistent to the input data which should be classified, and applying a common feature extraction function.

[0004]An object of this invention since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1 is to make highly precise pattern recognition possible.

[0005]

[Means for Solving the Problem]In order to solve an aforementioned problem, in this invention, distribution between classes which is scatter between patterns corresponding to a different class (different substance) is maximized. It has a feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes class internal variance which is scatter in a class between patterns of the set A1 corresponding to the same class, and the set B1, and feature-extraction-matrix BF of the set B1.

[0006]thereby, compared with a conventional method, it is markedly alike, and highly precise pattern recognition/collating unit can be realized.

[0007]

[Embodiment of the Invention]The distribution between classes corresponding to a

class which is different from the pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of the pair of the pattern in which the invention of this invention according to claim 1 was gained through two sensing processes, Calculate feature-extraction-matrix AF of the set A1, and feature-extraction-matrix BF of the set B1 from the class internal variance corresponding to the same class, and each pattern B1i of the pattern set B1 for instruction is received, Calculate characteristic quantity fB1i using said feature-extraction-matrix BF, and a set {fB1i} and said feature extraction matrices AF and BF of these characteristic quantity fB1i are saved beforehand reference data base FB1, It is what determined the element most similar in the characteristic quantity saved said reference data base FB1 as characteristic quantity fA2j extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern A2j, Since the respectively optimal feature extraction matrix with which it is satisfied of a unific standard is obtained from class internal variance and distribution between classes according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern recognition possible.

[0008]In the pattern recognition method according to claim 1, the invention according to claim 2 feature-extraction-matrix AF and feature-extraction-matrix BF, From said pattern set for instruction (A1, B1), the distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class is maximized, It is what calculates feature-extraction-matrix AF of the set A1 and feature-extraction-matrix BF of the set B1 who minimize the class internal variance which is scatter in the class between the patterns corresponding to the same class, Since the respectively optimal feature extraction matrix with which it is satisfied of the unific standard of minimizing class internal variance and carrying out class distribution maximization according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1 is obtained, it has the operation of making highly precise pattern recognition possible.

[0009]In the pattern recognition method according to claim 2, the invention according to claim 3 the feature extraction matrices AF and BF, The pattern sets A1 and B1 for instruction which are sets of the pattern gained in two processes are gained, The process of presuming covariance-matrix Ca between classes of each pattern space, and Cb from the pattern set A1 for instruction, and the pattern set of the set B1, The process of calculating class internal variance Cab over those A1 and B1 from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets A1 and B1, Said two covariance-matrix Ca and Cb each The process of calculating inverse-matrix Casqrtinv of a square root procession, and Obsqrtinv, the process of calculating said three procession Casqrtinv(s), Cab, and product Cd of Obsqrtinv, and process of performing singular value decomposition of Od from --- it being what was calculated and, Since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to

compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern recognition possible.

[0010]The invention according to claim 4 from the pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of the pair of the pattern gained through two sensing processes. The distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class is maximized, Feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes the class internal variance which is scatter in the class between the patterns corresponding to the same class, And input pattern a which calculated feature-extraction-matrix BF of the set B1, and was gained in two processes, It is what calculates the characteristic quantity fa and fb using said feature extraction matrices AF and BF, respectively from b, and judged whether the two patterns a and patterns b would be the same from the similarity of the characteristic quantity fa and fb, Since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern matching possible.

[0011]In the pattern matching method according to claim 4, the invention according to claim 5 the feature extraction matrices AF and BF, The pattern sets A1 and B1 for instruction which are sets of the pattern gained in two processes are gained. The process of presuming covariance-matrix Ca between classes of each pattern space, and Ob from the pattern set A1 for instruction, and the pattern set of the set B1, The process of calculating class internal variance Cab over those A1 and B1 from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets A1 and B1, Said two covariance-matrix Ca and Ob each The process of calculating inverse-matrix Casqrtinv of a square root procession, and Obsqrtinv,said three procession Casqrtinv(s), Cab and the process of calculating the product Cd of Obsqrtinv, and process of performing singular value decomposition of Cd from --- it being what was calculated and,Since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern recognition possible.

[0012]The pattern input means from which the invention according to claim 6 gains the pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of the pair of a pattern through two sensing processes, The distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class is maximized, The feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes the class internal variance which is scatter in the class between the patterns corresponding to the same class, and

feature-extraction-matrix BF of the set B1, Characteristic quantity fB1i is calculated using said feature-extraction-matrix BF to each pattern B1i of the pattern set B1 for instruction, A set {fB1i} and said feature-extraction-matrix BF of these characteristic quantity fB1i are saved beforehand reference data base FB1, It is a thing possessing characteristic quantity fA2j extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern A2j, and an optimal match determination means to choose a most similar element from said reference data base FB1, Since the respectively optimal feature extraction matrix is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern recognition possible.

[0013]In the pattern recognition device according to claim 6, the invention according to claim 7 the feature extraction matrices AF and BF, The pattern sets A1 and B1 for instruction which are sets of the pattern gained in two processes are gained, The process of presuming covariance-matrix Ca between classes of each pattern space, and Cb from the pattern set A1 for instruction, and the pattern set of the set B1, The process of calculating class internal variance Cab over those A1 and B1 from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets A1 and B1, Said two covariance-matrix Ca and Cb each The process of calculating inverse-matrix $Casqrtinv$ of a square root procession, and $Cbsqrtinv$, said three procession $Casqrtinv(s)$, Cab and the process of calculating the product Cd of $Cbsqrtinv$, and process of performing singular value decomposition of Cd from -- it being what was calculated and, Since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern recognition ** possible.

[0014]The pattern input means from which the invention according to claim 8 gains the pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of the pair of a pattern through two sensing processes, The distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class is maximized, The feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes the class internal variance which is scatter in the class between the patterns corresponding to the same class, and feature-extraction-matrix BF of the set B1, Input pattern a inputted from the pattern input means, and the feature extraction means which calculates the characteristic quantity fa and fb using said feature extraction matrices AF and BF, respectively from b, It is what possesses the identity judging means which judges whether the two patterns a and patterns b are the same from the similarity of the characteristic quantity fa and fb, Since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of

maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern matching possible.

[0015]In the pattern collation device according to claim 8, the invention according to claim 9 the feature extraction matrices AF and BF, The pattern sets A1 and B1 for instruction which are sets of the pattern gained in two processes are gained, The process of presuming covariance-matrix Ca between classes of each pattern space, and Ob from the pattern set A1 for instruction, and the pattern set of the set B1, The process of calculating distributed Cab in the class over those A1 and B1 from a set of each corresponding pair of an element of the pattern sets A1 and B1, Said two covariance-matrix Ca and Ob each The process of calculating inverse-matrix $Casqrtinv$ of a square root procession, and $Obsqrtinv$, said three procession $Casqrtinv(s)$, Cab and the process of calculating the product Cd of $Obsqrtinv$, and process of performing singular value decomposition of Cd from --- it being what was calculated and, Since the respectively optimal feature extraction matrix that minimizes class internal variance and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes is obtained according to distribution of two data set [to compare] A1 and B1, it has the operation of making highly precise pattern matching possible.

[0016]The invention according to claim 10 is what operates by the program read into the computer from the recording medium, The pattern input means which is the recording medium which recorded the program which performs pattern recognition by computer, and gains the pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of the pair of a pattern through two sensing processes, The distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class is maximized, The feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes the class internal variance which is scatter in the class between the patterns corresponding to the same class, and feature-extraction-matrix BF of the set B1, Characteristic quantity $fB1i$ is calculated using said feature-extraction-matrix BF to each pattern B1i of the pattern set B1 for instruction, A set $\{fB1i\}$ and said feature-extraction-matrix BF of these characteristic quantity $fB1i$ are saved beforehand reference data base FB1, According to distribution of two data set [which possess characteristic quantity $fA2j$ extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern A2j, and an optimal match determination means to choose a most similar element from said reference data base FB1, and are compared] A1, and B1, Since the respectively optimal feature extraction matrix is obtained, it has the operation of making highly precise pattern recognition possible.

[0017]The invention according to claim 11 is what operates by the program read into the computer from the recording medium, The pattern input means which is the

recording medium which recorded the program which performs pattern matching by computer, and gains the pattern set for instruction (A1, B1) which is a set of the pair of a pattern through two sensing processes, The distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class is maximized, The feature-extraction-matrix creating means which calculates feature-extraction-matrix AF of the set A1 which minimizes the class internal variance which is scatter in the class between the patterns corresponding to the same class, and feature-extraction-matrix BF of the set B1, Characteristic quantity fB1i is calculated using said feature-extraction-matrix BF to each pattern B1i of the pattern set B1 for instruction, A set {fB1i} and said feature-extraction-matrix BF of these characteristic quantity fB1i are saved beforehand reference data base FB1, According to distribution of two data set [which possess characteristic quantity fA2j extracted with the application of said feature-extraction-matrix AF to the inputted pattern A2j, and an optimal match determination means to choose a most similar element from said reference data base FB1, and are compared] A1, and B1, Since the respectively optimal feature extraction matrix is obtained, it has the operation of making highly precise pattern matching possible.

[0018]Hereafter, an embodiment of the invention is described using Drawings.

[0019](Embodiment 1) The block lineblock diagram of the face image recognition device which applied the pattern recognition device in the embodiment of the invention 1 to warrant card collation is shown and explained to drawing 1. Drawing 1 realizes a face image recognition device by a computer system. A video camera for 1 to radiograph a person's face picture (pattern A) in drawing 1, An image scanner for 2 to capture a face image from the mug shot (pattern B) of a warrant card, 3, image memory A 4 remembers the picture signal from the video camera 1 and the image scanner 2 to be, CPU, and 7 and 8 B, the memory for storing and the works of a program in 5, and 6, respectively A, The pattern memory A which memorizes the image pattern of B, and the characteristic pattern calculated by execution of feature extraction. Secondary storage for B and 9 to save the keyboard & display as a system console, and for 10 save the large-scale data of picture pattern information etc. (magneto-optical disc etc.), The interface (I/F) with which 11 performs an image comparison database and 12-16 exchange data with an external instrument, The output terminal in which 17 outputs a system bath and 18 outputs a recognition result, the feature-extraction-matrix memory in which 19 and 20 store the feature extraction matrices AF and BF for the pattern A and the pattern B, respectively, and 21 comprise a computer system.

[0020]Many people's warrant card registers the face picture into the database with the image scanner etc. beforehand, and a face image recognition device recognizes whether the appropriate person of the person of the face picture picturized with the video camera is in a database, or it is most similar to which of a warrant card

registered. The processing Calculation of feature mark extraction procession AF for video images, calculation of feature-extraction-matrix BF for warrant card pictures, and off-line processing that builds image comparison database FB1 further, It is divided roughly into on-line processing which will choose the most similar thing from the entry of a database with the judgment of being a person with an inputted face picture registered to image comparison database FB1 if registered.

[0021]First, the off-line-processing operation flow of drawing 2 is used and explained about off-line processing. The instruction picture by which the purpose of off-line processing was once stored in the image memory, The face picture from a video camera the face picture of the set A1 (video face picture) and the warrant card from an image scanner as the set B1 (warrant card photograph), For example, face image data is changed into the pattern A and the pattern B which were made into the one-dimensional data row, and is held to the pattern memory A and the pattern memory B (S11).

[0022]The feature extraction matrices AF and BF are calculated in the procedure of the following step 12 (S12) - Step 16 (S16). First, sample space covariance-matrix Ca of the pattern A is calculated according to (several 1), and sample space covariance-matrix Cb of the pattern B is calculated in parallel according to (several 2) (S12).

[0023]

[Equation 1]

$$C_a = \frac{1}{N_A} \sum_{i=1}^{N_A} (A_i - m_A)(A_i - m_A)^T$$

$\left(\begin{array}{l} A_i \text{ は } i \text{ 番目のパターンサンプル。} \\ m_A \text{ はサンプル } |A_i| \text{ の平均ベクトル。} \\ N_A \text{ はサンプル数。} \\ ()^T \text{ は行列 (ベクトルも含む) の転置を表わす。} \end{array} \right)$

[0024]

[Equation 2]

Then, the cross correlation procession Cab of the pattern A and the pattern B calculated according to (several 3) is calculated (S13).

[0025]

[Equation 3]

Then, each square root procession $Casqrt$ of Ca and Ob and $Obsqrt$ are calculated according to (several 5), respectively (several 4).

[0026]

[Equation 4]

[0027]

[Equation 5]

Furthermore, basic-matrix $C0$ which is a product of inverse-matrix $Casqrtinv$ of $Casqrt$ and $Obsqrt$, $Obsqrtinv$, and cross correlation procession Cab of the pattern A and the pattern B for which it asked previously is calculated according to (several 6) (S14).

[0028]

[Equation 6]

Then, the singular value decomposition of basic-matrix $C0$ is calculated as shown in (several 7) (S15).

[0029]

[Equation 7]

Finally, the feature extraction matrices AF and BF are calculated according to (several 9), using regular orthogonal-matrix U which appears in this singular value decomposition, V and $Casqrtinv$ calculated previously, and $Obsqrtinv$ (several 8) (S16).

[0030]

[Equation 8]

[0031]

[Equation 9]

Then, a warrant card face image as well as the case of an instruction image input is captured from an image scanner for image comparison database FB1 construction, Feature vector $fB1i$ is calculated by following using feature-extraction-matrix BF (several 10) to each of the pattern $B1i$, and it registers with image comparison database FB1 (S17).

[0032]

[Equation 10]

The above is a process performed off-line.

[0033]Next, about on-line processing, the operation flow of on-line processing is shown in drawing 3, and is explained. The purpose of on-line processing is to choose the most similar thing from the entry of a database with the judgment of being a person with an inputted face picture registered to image comparison database FB1, if registered.

[0034]The face picture captured directly from the video camera 1 is memorized by the image memory A7, is changed into the pattern $a2$, and is transmitted to the pattern memory A (S30). Feature-extraction-matrix AF from the feature-extraction-matrix memory 19 which asked for the pattern $A2j$ held at the pattern memory A at the time of off-line is applied, and feature vector $fA2j$ is calculated according to (several 11) (S31).

[0035]

[Equation 11]

Next, by the optimal match processing, the index i of the entry of reference data base FB1 is changed, a feature vector similar to feature vector $fA2j$ is selected out of an image comparison database, and it outputs to the output terminal 18 by making these (one or more) into a recognition result (S33).

[0036]The effect of processing here of a feature extraction means is explained as follows.

[0037]As shown in (several 9) from (several 1), feature-extraction-matrix AF and BF,

Applying feature-extraction-matrix AF which was calculated from the component of the singular value decomposition of basic-matrix C0, and was calculated by having followed, respectively (several 8) (several 9) to the patterns A and B, and BF has the meaning of maximizing trace of a basic matrix. Here, as shown in (several 13), when the evaluation quantity J shown in (several 12) is observed, and trace of a basic matrix is maximized, J has the character in which it is minimized.

[0038]

[Equation 12]

[0039]

[Equation 13]

Minimization of trace of the procession defined as (several 13), The distribution between classes which is scatter between the patterns corresponding to a different class (a different person) is maximized, In order to minimize the class internal variance which is scatter in the class between the patterns of the set A1 (video image) corresponding to the same class (person), and the set B1 (photograph), maximization of trace of a basic matrix gives the optimal feature extraction conversion after all.

[0040] Although the image comparison database put the face picture in a database with the image scanner from the warrant card, it may input a face picture from a video camera, and may build a database. Although the image scanning and the video camera were used as a pattern input means, it may be a method of either 1, and it does not matter even if it is other input means.

[0041] Although face image data, the pattern sets A and B, and image comparison database FB1 were created off-line, inputting from the secondary memory 10 is also possible. It is also possible to store in the secondary memory 10 face image data, the pattern sets A and B, and image comparison database FB1 which were gained and created off-line.

[0042] Although a face image recognition device was made into an example and explained by this embodiment, image data, such as a car and assembly parts, or voice data, alphabetic data, etc. are broadly [as a pattern recognition device] applicable by pattern-information-izing in addition to a face.

[0043] (Embodiment 2) A block lineblock diagram of a face image collating unit which applied a pattern collation device of the embodiment of the invention 2 to warrant card collation is shown and explained, a block lineblock diagram of a face image

collating unit -- a face image recognition device of Embodiment 1 -- the same -- it is what was realized using a computer system, and explanation of a block lineblock diagram is omitted.

[0044]A face image collating unit is what judges whether it is what has same face picture of a warrant card and a face picture of a video camera. Many people's warrant card beforehand the processing with an image scanner etc. A face picture, Off-line processing which acquires a face picture picturized with a video camera, and calculates the feature extraction matrices AF and BF. Characteristic quantity is calculated using a feature extraction matrix from a face picture (pattern B) inputted from a face picture (pattern A) inputted from an image scanner, and a video camera, and it is divided roughly into on-line processing which judges whether it is the same from similarity of characteristic quantity.

[0045]First, an off-line-processing operation flow of drawing 4 is used and explained about off-line processing. The purpose of off-line processing is in calculation of the feature extraction matrices AF and BF.

[0046]First, a picture signal of a person face obtained from the video camera 1 is accumulated in image memory A3 by which digital conversion was carried out via I/F12. In parallel, a face picture of a warrant card is acquired from a person's in question warrant card mug shot with the image scanner 2, and it is accumulated in image memory B4 via I/F13 (S10). These processes are collected until the number of sufficient instruction pictures required for study of the feature extraction matrix F is obtained (for example, about 15000 persons).

[0047]An instruction picture once stored in an image memory a face picture of a large number from a video camera as the set A1 (face picture). A face picture of a warrant card of a large number from an image scanner is changed into the pattern A and the pattern B, for example as a one-dimensional data row as the set B1 (warrant card photograph), and is held to the pattern memory A and the pattern memory B (S11).

[0048]The feature extraction matrices AF and BF are calculated in a procedure of the following step 12 (S12) -- Step 16 (S16). First, sample space covariance-matrix Ca of the pattern A is calculated according to (several 1), and the sample space covariance matrix Cb of the pattern B is calculated in parallel according to (several 2) (S12).

[0049]Then, the cross correlation procession Cab of the pattern A and the pattern B calculated according to (several 3) is calculated (S13). Then, each square root procession Casqrt and Cbsqrt of Ca and Cb is calculated according to (several 5), respectively (several 4).

[0050]Furthermore, the basic matrix C0 which is a product of inverse-matrix Casqrtinv of Casqrt and Cbsqrt, Cbsqrtinv, and cross correlation procession Cab of the pattern A and the pattern B for which it asked previously is calculated according to (several 6) (S14).

[0051]Then, singular value decomposition of basic-matrix C0 It is calculated as shown

in (several 7) (S15). Finally, the feature extraction matrices AF and BF are calculated according to (several 9), using regular orthogonal-matrix U which appears in this singular value decomposition, V and $Casqrtinv$ calculated previously, and $Cbsqrtinv$ (several 8) (S16).

[0052] The above is a process performed off-line.

[0053] Next, about on-line processing, an operation flow of on-line processing is shown in drawing 5, and is explained. The purpose of on-line processing judges whether a face picture of a warrant card inputted from the image scanner 1 and a face picture from the video camera 2 are the same person. A face picture (after an A/D conversion) captured directly from the video camera 1, and a face picture acquired from the image scanner 2, it is inputted into image memory A3 and image memory B4, and an inputted face picture is read from image memory A3 and image memory B4, for example, is changed into a one-dimensional data row, and is transmitted to the pattern memory A7 and the pattern memory B8 (S50).

[0054] The pattern a2 and the pattern b1 of the pattern memories A and B calculate feature vector fB1 and fA2 by (several 10) and (several 11), respectively from the feature extraction matrices AF and BF from the feature-extraction-matrix memories 19 and 20 for which it asked beforehand at the time of off-line (S51).

[0055] Next, these judge whether it is a thing originating in the same person from similarity of both feature vector fA2 and fB2 (S52). Decision result Y/N is outputted to the output terminal 18 as output of pattern matching (S53). Although face image data and the pattern sets A and B were gained and created off-line, inputting from the secondary memory 10 is also possible. It is also possible to store in the secondary memory 10 face image data gained and created off-line and the pattern sets A and B.

[0056]

[Effect of the Invention] As mentioned above, by this invention, on the assumption that a difference of distribution of the pattern data set to compare on it, in order to perform optimal feature extraction that minimizes the class internal variance of the sample over two distribution and with which it is satisfied of the unific standard of maximizing distribution between classes according to each distribution, compared with a conventional method, it is markedly alike, highly precise pattern recognition and pattern matching can be realized, and the effect is dramatically large.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Drawing 1] The block lineblock diagram of the face image recognition device in the embodiment of the invention 1

[Drawing 2] The operation flow chart explaining off-line processing of a face image recognition device

[Drawing 3] The operation flow chart explaining on-line processing of a face image

recognition device

[Drawing 4] The operation flow chart explaining off-line processing of the face image collating unit of the embodiment of the invention 2

[Drawing 5] The operation flow chart explaining on-line processing of a face image collating unit

[Description of Notations]

- 1 Video camera (pattern A input means)
- 2 Image scanner (pattern B input means)
- 3 Image memory A
- 4 Image memory B
- 5 Rapid access memory
- 6 CPU
- 7 Pattern memory A
- 8 Pattern memory B
- 9 Console (keyboard + display)
- 10 Secondary storage means (magneto-optical disc)
- 11 Image comparison database
- 12 I/F unit
- 13 I/F unit
- 14 I/F unit
- 15 I/F unit
- 16 I/F unit
- 17 System bath
- 18 Output terminal
- 19 Feature-extraction matrix AF memory
- 20 Feature-extraction matrix BF memory
- 21 Computer system

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-118068

(P2001-118068A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/70	4 6 0 B 5 D 0 1 5
G 1 0 L 15/06		G 1 0 L 3/00	5 2 1 C 5 L 0 9 6
15/10			5 3 1 F

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平11-295058

(22) 出願日 平成11年10月18日 (1999.10.18)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 長尾 健司

神奈川県川崎市多摩区東三田3丁目10番1

号 松下技研株式会社内

(74) 代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 5D015 G001 HH06

5L096 BA18 CA01 CA02 HA08 JA03

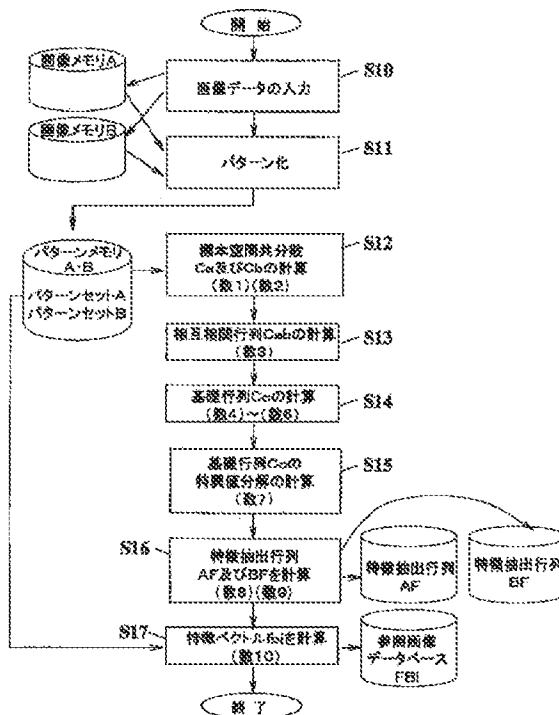
JA11

(54) 【発明の名称】 パターン認識方法及びパターン認識装置、並びにパターン照合方法及びパターン照合装置

(57) 【要約】

【課題】 データの取得条件が大きく変化している場合でも、入力パターンがデータベースに登録しているどのパターンクラスに対応するかを高精度に認識・照合することを目的とする。

【解決手段】 2つのセンシングプロセスを通して教示用パターンセット(A1、B1)を獲得する入力手段と、異なるクラスに対応するクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AFとセットB1の特徴抽出行列BFを求める手段と、セットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて計算した特徴量の集合と特徴抽出行列BFとを予め保存した参照データベースと、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量と最も類似した要素を前記参照データベースの中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つのセンシングプロセスを通して獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)から、異なるクラスに対応するクラス間分散と、同一のクラスに対応するクラス内分散とからセットA1の特徴抽出行列AF及びセットB1の特徴抽出行列BFを求め、教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量fB1iを計算し、これら特徴量fB1iの集合{fB1i}と前記特徴抽出行列AFとBFを予め参照データベースFB1に保存し、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量fA2jと、前記参照データベースFB1に保存された特徴量の中で最も類似した要素を決定することを特徴とするパターン認識方法。

【請求項2】 特徴抽出行列AF及び特徴抽出行列BFは、前記教示用パターンセット(A1、B1)から、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF及びセットB1の特徴抽出行列BFを求めることを特徴とする請求項1記載のパターン認識方法。

【請求項3】 特徴抽出行列AF及び特徴抽出行列BFは、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定する工程と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算する工程と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列(Ca_sqrt_inv, Cb_sqrt_inv)を計算する工程と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv, Cab, 及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算する工程と、Cdの特異値分解を行なう工程から計算することを特徴とする請求項2記載のパターン認識方法。

【請求項4】 2つのセンシングプロセスを通して獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)から、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求め、2つのプロセスで獲得した入力パターンa、bから前記特徴抽出行列AF、BFを用いてそれぞれ特徴量fa、fbを計算し、特徴量faとfbの類似度から2つのパターンaとパターンbが同一のものであるかどうかを判定することを特徴とするパターン照合方法。

【請求項5】 特徴抽出行列AF及び特徴抽出行列BF

は、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定する工程と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算する工程と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列(Ca_sqrt_inv, Cb_sqrt_inv)を計算する工程と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv, Cab, 及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算する工程と、Cdの特異値分解を行なう工程から計算することを特徴とする請求項3記載のパターン照合方法。

【請求項6】 2つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)を獲得するパターン入力手段と、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段と、前記教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量fB1iを計算し、これら特徴量fB1iの集合{fB1i}と前記特徴抽出行列BFとを予め保存した参照データベースFB1と、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量fA2jと最も類似した要素を前記参照データベースFB1の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備することを特徴とするパターン認識装置。

【請求項7】 特徴抽出行列生成手段は、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定するクラス間分散行列生成手段と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算するクラス内分散行列生成手段と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列Ca_sqrt_inv, Cb_sqrt_invを計算する平方根行列逆行列生成手段と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv, Cab, 及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算し、Cdの特異値分解を行なう特異値分解手段とから特徴抽出行列AF及びBFを計算することを特徴とする請求項6記載のパターン認識装置。

【請求項8】 2つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)を獲得するパターン入力手段と、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内

の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段と、パターン入力手段から入力された入力パターンa、bから前記特徴抽出行列AF及びBFを用いてそれぞれ特徴量f a、f bを計算する特徴抽出手段と、特徴量f aとf bの類似度から2つのパターンaとパターンbが同一のものであるかどうかを判定する同一性判定手段を具備することを特徴とするパターン照合装置。

【請求項9】 特徴抽出行列生成手段は、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定するクラス間分散行列生成手段と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算するクラス内分散行列生成手段と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列Ca_sqrt_inv、Cb_sqrt_invを計算する平方根行列逆行列生成手段と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv、Cab、及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算し、Cdの特異値分解を行なう特異値分解手段とから特徴抽出行列AF及びBFを計算することを特徴とする請求項7記載のパターン照合装置。

【請求項10】 コンピュータによりパターン認識を行うプログラムを記録した記録媒体であって、2つのセンシングプロセスを通して獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)から、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求め、教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量f B1iを計算し、これら特徴量f B1iの集合{f B1i}と前記特徴抽出行列FAとFBを予め参照データベースに保存し、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量f A2jと、前記参照データベースFB1に保存された特徴量の中で最も類似した要素を決定するパターン認識プログラムを記録した記録媒体。

【請求項11】 コンピュータによりパターン照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、2つのセンシングプロセスを通して獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)から、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求め、2つのプロセスで獲得した入力

パターンa、bから前記特徴抽出行列AF、BFを用いてそれぞれ特徴量f a、f bを計算し、特徴量f aとf bの類似度から2つのパターンaとパターンbが同一のものであるかどうかを判定するパターン照合プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、画像や音声等の認識を行うパターン認識方法及びパターン認識装置並びにパターン照合方法及びパターン照合装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 パターン認識とは、カメラやイメージスキャナ、マイクなどのセンシングデバイスを介してコンピュータに取り込まれた、実体の表現、例えば、実体として人物の顔や、文字人の声などを想定すれば、顔の画像や、音声のシグナルを、その実体などとの対応を基本に分類したりすることである。従って、(1) 同一の実体には由来しながらも、センシング時の状況などに依存して、見かけ上、異なった様相の散らばりを呈すること、即ち、クラス内の分散、と(2) 実体の相違ゆえに、パターンに現れる相違、即ち、クラス間の分散の、2つの変動要因を扱う技術であると言える。従来、パターン認識の技術分野において、評価の高い方法は、まず、パターン全体の集合に対応した一つの標本空間を仮定し、その上で、クラス内の分散を最小化し、クラス間の分散を最大化するような一貫した関数を個々の入力データに対して適用することで、特徴抽出を実行するという基本的なモデルに基づくものであった。例えば、Fisherの判別分析法(Fukunaga: Introduction to Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1972)、はその代表例として極めてよく知られており、実際、文字認識や音声認識、顔画像認識などの分野ではしばしば利用されてきた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、従来法における仮定、即ち、パターン全体が大域的な一つの分布から引かれているとするモデルは、しばしば、現実の問題から見ると無理のある設定となっている。例えば、身分証の顔写真と、ビデオカメラで直接取り込んだ顔画像の照合を実行するシステムを考察すると、一方は、対象を直接撮影したのに対して、他方は、印刷物などから間接的に取り込まれた画像であり、これらを比べて同一性を判定する必要があるわけである。しかしながら、全く異なったプロセスから生成された全ての画像の集合を一つの分布に由来すると仮定するには、画像の変貌があまりに大きく、実際、身分証写真と本人の照合は、我々人間にとってもしばしば困難な作業となる。従って、従来のモデルにおける、パターン全体を一つの分布で記述し、分類すべき入力データに対して一貫して共通の特徴抽出関数を適用するというアプローチには限界がある。

【0004】本発明は、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にすることを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明では、異なるクラス（異なる実体）に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するセットA1、セットB1のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段を有する。

【0006】これにより、従来法に比べ格段に高精度なパターン認識／照合装置が実現できる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、2つのセンシングプロセスを通して獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A1、B1）から、異なるクラスに対応するクラス間分散と、同一のクラスに対応するクラス内分散とからセットA1の特徴抽出行列AF及びセットB1の特徴抽出行列BFを求め、教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量fB1iを計算し、これら特徴量fB1iの集合{fB1i}と前記特徴抽出行列AFとBFを予め参照データベースFB1に保存し、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量fA2jと、前記参照データベースFB1に保存された特徴量の中で最も類似した要素を決定するようにしたもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散とクラス間分散とから統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【0008】請求項2記載の発明は、請求項1記載のパターン認識方法において、特徴抽出行列AF及び特徴抽出行列BFは、前記教示用パターンセット（A1、B1）から、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF及びセットB1の特徴抽出行列BFを求めるもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項2記載の

パターン認識方法において、特徴抽出行列AF及びBFは、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定する工程と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算する工程と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列Ca_sqrt_inv、Cbsqrt_invを計算する工程と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv、Cab、及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算する工程と、Cdの特異値分解を行なう工程から計算するようにしたもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【0010】請求項4に記載の発明は、2つのセンシングプロセスを通して獲得されたパターンのペアの集合である教示用パターンセット（A1、B1）から、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求め、2つのプロセスで獲得した入力パターンa、bから前記特徴抽出行列AF、BFを用いてそれぞれ特徴量fa、fbを計算し、特徴量faとfbの類似度から2つのパターンaとパターンbが同一のものであるかどうかを判定するようにしたもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【0011】請求項5に記載の発明は、請求項4記載のパターン照合方法において、特徴抽出行列AF及びBFは、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定する工程と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算する工程と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列Ca_sqrt_inv、Cbsqrt_invを計算する工程と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv、Cab、及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算する工程と、Cdの特異値分解を行なう工程から計算するようにしたもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化

し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【0012】請求項6に記載の発明は、2つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)を獲得するパターン入力手段と、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段と、教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量fB1iを計算し、これら特徴量fB1iの集合{fB1i}と前記特徴抽出行列BFとを予め参照データベースFB1に保存し、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量fA2jと最も類似した要素を前記参照データベースFB1の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備するもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識を可能にするという作用を有する。

【0013】請求項7に記載の発明は、請求項6記載のパターン認識装置において、特徴抽出行列AF及びBFは、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定する工程と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内分散Cabを計算する工程と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列Ca_sqrt_inv、Cb_sqrt_invを計算する工程と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv、Cab、及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算する工程と、Cdの特異値分解を行なう工程から計算するようにしたもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン認識が可能にするという作用を有する。

【0014】請求項8に記載の発明は、2つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)を獲得するパターン入力手段と、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手

段と、パターン入力手段から入力された入力パターンa、bから前記特徴抽出行列AF及びBFを用いてそれぞれ特徴量fa、fbを計算する特徴抽出手段と、特徴量faとfbの類似度から2つのパターンaとパターンbが同一のものであるかどうかを判定する同一性判定手段を具備するもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【0015】請求項9に記載の発明は、請求項8記載のパターン照合装置において、特徴抽出行列AF及びBFは、2つのプロセスで獲得したパターンの集合である教示用パターンセットA1とB1を獲得し、教示用パターンセットA1及びセットB1のパターンセットから、それぞれのパターン空間のクラス間分散行列Ca、Cbを推定する工程と、パターンセットA1とB1のそれぞれの対応する要素のペアの集合から、それらのA1、B1にまたがったクラス内の分散Cabを計算する工程と、前記2つの分散行列Ca、Cbのそれぞれ平方根行列の逆行列Ca_sqrt_inv、Cb_sqrt_invを計算する工程と、前記3つの行列Ca_sqrt_inv、Cab、及び、Cb_sqrt_invの積Cdを計算する工程と、Cdの特異値分解を行なう工程から計算するようにしたもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、クラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【0016】請求項10に記載の発明は、コンピュータに記録媒体から読み込まれたプログラムによって動作するもので、コンピュータによりパターン認識を行うプログラムを記録した記録媒体であって、2つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)を獲得するパターン入力手段と、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段と、教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量fB1iを計算し、これら特徴量fB1iの集合{fB1i}と前記特徴抽出行列BFとを予め参照データベースFB1に保存し、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量fA2jと最も類似した要素を前記参照データベースFB1の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備するもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパ

ターン認識を可能にするという作用を有する。

【0017】請求項11に記載の発明は、コンピュータに記録媒体から読み込まれたプログラムによって動作するもので、コンピュータによりパターン照合を行うプログラムを記録した記録媒体であって、2つのセンシングプロセスを通してパターンのペアの集合である教示用パターンセット(A1、B1)を獲得するパターン入力手段と、異なるクラスに対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラスに対応するパターン間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するセットA1の特徴抽出行列AF、及びセットB1の特徴抽出行列BFを求める特徴抽出行列生成手段と、教示用パターンセットB1のそれぞれのパターンB1iに対して、前記特徴抽出行列BFを用いて特徴量fB1iを計算し、これら特徴量fB1iの集合{fB1i}と前記特徴抽出行列BFとを予め参照データベースFB1に保存し、入力されたパターンA2jに対して前記特徴抽出行列AFを適用して抽出した特徴量fA2jと最も類似した要素を前記参照データベースFB1の中から選ぶ最適マッチ決定手段とを具備するもので、比較する2つのデータセットA1、B1の分布に応じて、それぞれ最適な特徴抽出行列が得られるため、高精度なパターン照合を可能にするという作用を有する。

【0018】以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0019】(実施の形態1)図1に、本発明の実施の形態1におけるパターン認識装置を身分証照合に適用した顔画像認識装置のブロック構成図を示し説明する。図1は、顔画像認識装置をコンピュータシステムで実現したものである。図1において、1は人物の顔画像(パターンA)を直接撮影するためのビデオカメラ、2は身分証の顔写真(パターンB)から顔画像を取り込むためのイメージスキャナ、3、4はビデオカメラ1およびイメージスキャナ2からの画像信号を記憶する画像メモリA、B、5はプログラムの格納やワーク用のメモリ、6はCPU、7、8はそれぞれA、Bの画像パターンや、特徴抽出の実行によって計算された特徴パターンを記憶するパターンメモリA、B、9はシステムコンソールとしてのキーボード&ディスプレイ、10は画像パターン情報など大規模なデータを保存するための2次記憶装置(光磁気ディスクなど)、11は参照画像データベース、12~16は外部機器とのデータのやり取りを行うインタフェース(I/F)、17はシステムバス、18は認識結果を出力する出力端子、19、20はそれぞれパターンA、パターンBのための特徴抽出行列AF、BFを格納する特徴抽出行列メモリ、21はコンピュータシステムで構成されている。

【0020】顔画像認識装置は、予め多くの人の身分証がイメージスキャナ等により顔画像をデータベースに登録しておき、ビデオカメラで撮像した顔画像の人物の該

当者がデータベースの中にいるか、あるいは登録された身分証のどれに一番類似しているかを認識するものである。その処理は、ビデオ画像用の特徴抽出行列AFの計算と身分証画像用の特徴抽出行列BFの計算、さらに、参照画像データベースFB1の構築を行うオフライン処理と、入力された顔画像が参照画像データベースFB1に登録済みの人物かどうかの判定と、登録済みであればその最も類似したものをデータベースのエントリから選ぶオンライン処理とに大別される。

【0021】まず、最初にオフライン処理について、図2のオフライン処理動作フローを用いて説明する。オフライン処理の目的は、画像メモリに一旦蓄えられた教示画像は、ビデオカメラからの顔画像はセットA1(ビデオ顔画像)と、イメージスキャナからの身分証の顔画像はセットB1(身分証写真)として、例えば顔画像データは1次元のデータ列としたパターンAとパターンBに変換してパターンメモリAとパターンメモリBに保持する(S11)。

【0022】特徴抽出行列AF及びBFは、以下のステップ12(S12)~ステップ16(S16)の手順で計算される。まず、パターンAの標本空間共分散行列Caが、(数1)に従って計算され、並行して、パターンBの標本空間共分散行列Cbが、(数2)に従って計算される(S12)。

【0023】

【数1】

$$C_a = \frac{1}{N_A} \sum_{i=1}^{N_A} (A_i - m_A)(A_i - m_A)^T$$

(A_i はi番目のパターンサンプル。
 m_A はサンプル| A_i |の平均ベクトル。
 N_A はサンプル数。
 $()^T$ は行列(ベクトルも含む)の転置を表す。)

【0024】

【数2】

$$C_b = \frac{1}{N_B} \sum_{i=1}^{N_B} (B_i - m_B)(B_i - m_B)^T$$

(B_i はi番目のパターンサンプル。
 m_B はサンプル| B_i |の平均ベクトル。
 N_B はサンプル数。)

続いて、(数3)に従って計算されるパターンAとパターンBの相互相関行列C_{ab}が計算される(S13)。

【0025】

【数3】

$$C_{ab} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (A_i - m_A)(B_i - m_B)^T$$

$$N = (N_A = N_B)$$

続いて、 C_a 及び、 C_b のそれぞれの平方根行列 C_{a_sqrt} 、 C_{b_sqrt} が、それぞれ (数4)、(数5) に従って計算される。

【0026】

【数4】

$$C_{a_sqrt} = \Phi_a \Lambda_a^{\frac{1}{2}} \Phi_a^T$$

(Φ_a , Λ_a はそれぞれ行列 C_a (数1) の固有ベクトル行列、
固有値行列で、 $\Lambda = \text{diag}[\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n]$ に対し、
 $\Lambda^{\frac{1}{2}} = \text{diag}[\lambda_1^{\frac{1}{2}}, \lambda_2^{\frac{1}{2}}, \dots, \lambda_n^{\frac{1}{2}}]$ と定義される。)

【0027】

【数5】

$$C_{b_sqrt} = \Phi_b \Lambda_b^{\frac{1}{2}} \Phi_b^T$$

(Φ_b , Λ_b は行列 C_b (数2) の固有ベクトル行列、固有値行列。)

さらに C_{a_sqrt} 、 C_{b_sqrt} の逆行列 $C_{a_sqrt_inv}$ 、 $C_{b_sqrt_inv}$ と、先に求めた、パターンAとパターンBの相互相関行列 C_{ab} の積である基礎行列 C_0 が (数6) に従って計算される (S14)。

【0028】

【数6】

$$C_0 \equiv C_{a_sqrt_inv} C_{ab} C_{b_sqrt_inv}$$

($C_{a_sqrt_inv}$ と $C_{b_sqrt_inv}$ は行列 C_a 、 C_b の平方根行列の逆行列で、数学の記法を用いれば、 $C_0 \equiv C_a^{-1} C_{ab} C_b^{-1}$ となる。)

続いて、基礎行列 C_0 の特異値分解 が (数7) のように計算される (S15)。

$$f(B1i) = BF(B1i)$$

(() は行列 BF の適用を示す。)

【0029】

【数7】

$$C_0 \Psi = \Upsilon \Lambda_0$$

(Ψ , Υ は正規直交行列、 Λ_0 は対角行列。)

最後に、この特異値分解に現れる正規直交行列 U 、 V 、並びに、先に求めた、 $C_{a_sqrt_inv}$ 、 $C_{b_sqrt_inv}$ を用いて (数8) 及び (数9) に従って、特徴抽出行列 A 、 B 、 F が計算される (S16)。

【0030】

【数8】

$$A_F = \Upsilon^T C_{a_sqrt_inv}$$

【0031】

【数9】

$$B_F = \Psi^T C_{b_sqrt_inv}$$

続いて、参照画像データベースFB1構築のために、教示画像入力の場合と同様に身分証顔画像をイメージスキャナから取り込み、そのおのおののパターンB1iに対して特徴抽出行列BFを用いて (数10) に従って特徴ベクトルfB1iを計算し、参照画像データベースFB1に登録する (S17)。

【0032】

【数10】

以上がオフラインで実行されるプロセスである。

【0033】次に、オンライン処理について、オンライン処理の動作フローを図3に示し説明する。オンライン処理の目的は、入力された顔画像が参照画像データベースFB1に登録済みの人物かどうかの判定と、登録済みであればその最も類似したものをデータベースのエントリから選ぶことである。

【0034】ビデオカメラ1から直接取り込まれた顔画像は、画像メモリA7に記憶され、パターンa2に変換してパターンメモリAに転送する (S30)。パターンメモリAに保持されたパターンA2jは、オフライン時に求めた特徴抽出行列メモリ19からの特徴抽出行列AFが適用され、(数11)に従って特徴ベクトルfA2jが計算される (S31)。

【0035】

【数11】

$$fA2j = AF(A2j)$$

(() は行列 AF の適用を示す。)

次に、最適マッチ処理で、参照データベースFB1のエントリのインデックスiを変化させ、特徴ベクトルfA2jに類似した特徴ベクトルを参照画像データベースから選びだし、これら(1つ以上)を認識結果として、出力端子18に出力するものである (S33)。

【0036】ここで、特徴抽出手段の処理の効果は以下のように説明される。

【0037】特徴抽出行列 AF、及び、BFは(数1)から(数9)に示されたように、基礎行列C₀の特異値分解の構成要素から計算され、パターンA、Bに対して、それぞれ(数8)(数9)に従って計算された特徴抽出行列 AF、BF を適用することは、基礎行列のトレースを最大化するという意味を持つ。ここで、(数12)に示す、評価量Jに注目すると、(数13)に示されるように基礎行列のトレースが最大化されると

$$J = \text{tr}[(C_a + C_b)^{-1} C_d]$$

$$\left(\begin{array}{c} \text{ここで} \\ C_d = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{ (A_i - m_A) - (B_i - m_B) \} \{ (A_i - m_A) - (B_i - m_B) \}^T \end{array} \right)$$

(数13)に定義される行列のトレースの最小化は、異なるクラス(異なる人物)に対応するパターン間の散らばりであるクラス間分散を最大化し、同一のクラス(人物)に対応するセットA1(ビデオ画像)、セットB1(写真画像)のパターンの間のクラス内の散らばりであるクラス内分散を最小化するため、結局、基礎行列のトレースの最大化が、最適な特徴抽出変換を与える。

【0040】なお、参照画像データベースは、身分証からイメージスキャナによりその顔画像をデータベース化した、ビデオカメラから顔画像を入力しデータベースを構築しても構わない。また、パターン入力手段として、イメージスキャンとビデオカメラを用いたが、どちらか1方であっても良く、他の入力手段であっても構わない。

【0041】また、顔画像データ、パターンセットA、B及び参照画像データベースF B1をオフラインで作成したが、二次記憶装置10から入力することも可能である。さらに、オフラインで獲得、作成した、顔画像データ、パターンセットA、B及び参照画像データベースF B1を二次記憶装置10に格納することも可能である。

【0042】なお、本実施の形態では、顔画像認識装置を例にして説明したが、顔以外に車、組み立て部品等の画像データ、あるいは音声データ、文字データ等、パターンデータ化することによりパターン認識装置として幅広く応用が可能である。

【0043】(実施の形態2)本発明の実施の形態2のパターン照合装置を身分証照合に適用した顔画像照合装置のブロック構成図を示し説明する。顔画像照合装置のブロック構成図は、実施の形態1の顔画像認識装置と同じ、コンピュータシステムを用いて実現したもので、ブロック構成図の説明は省略する。

【0044】顔画像照合装置は、身分証の顔画像とビデオカメラの顔画像が同一のものかどうかを判定するもので、その処理は予め多くの人の身分証がイメージスキャナ等により顔画像と、ビデオカメラで撮像した顔画像とを獲得し、特徴抽出行列AF、BFの計算を行うオフラ

きJは最小化されるという性質を持つ。

【0038】

【数12】

$$(C_a + C_b)^{-1} C_{ab}$$

【0039】

【数13】

イン処理と、イメージスキャナから入力された顔画像(パターンA)とビデオカメラから入力した顔画像(パターンB)から特徴抽出行列を用いて特徴量を計算し、特徴量同士の類似度から同一かどうかを判定するオンライン処理とに大別される。

【0045】まず、最初にオフライン処理について、図4のオフライン処理動作フローを用いて説明する。オフライン処理の目的は、特徴抽出行列AF、BFの計算にある。

【0046】まず、ビデオカメラ1から得られた人物顔の画像信号がI/F12を介してデジタル変換された画像メモリA3に蓄積される。並行して、当人の身分証顔写真からイメージスキャナ2によって身分証の顔画像が獲得されI/F13を介して画像メモリB4に蓄積される(S10)。この過程は、特徴抽出行列Fの学習に必要な十分な教示画像の数が得られるまで(例えば15000人分程度)収集される。

【0047】画像メモリに一旦蓄えられた教示画像は、ビデオカメラからの多数の顔画像はセットA1(顔画像)として、イメージスキャナからの多数の身分証の顔画像はセットB1(身分証写真)として、例えば1次元のデータ列としてパターンAとパターンBに変換してパターンメモリAとパターンメモリBに保持する(S11)。

【0048】特徴抽出行列AF、及び、BFは、以下のステップ12(S12)～ステップ16(S16)の手順で計算される。まず、パターンAの標本空間共分散行列Caが、(数1)に従って計算され、並行して、パターンBの標本空間共分散行列Cbが、(数2)に従って計算される(S12)。

【0049】続いて、(数3)に従って計算されるパターンAとパターンBの相互相関行列C_{ab}が計算される(S13)。続いて、Ca及び、Cbのそれぞれの平方根行列Ca_{sqrt}、Cb_{sqrt}が、それぞれ(数4)、(数5)に従って計算される。

【0050】さらにCa_{sqrt}、Cb_{sqrt}の逆行列Ca_{sq}

rt_inv, Cb_sqrt_inv と、先に求めた、パターンAとパターンBの相互相関行列 C_ab の積である基礎行列 C_0 が (数6) に従って計算される (S14)。

【0051】続いて、基礎行列 C_0 の特異値分解 が (数7) のように計算される (S15)。最後に、この特異値分解に現れる正規直交行列 U, V、並びに、先に求めた、Casqrt_inv, Cb_sqrt_inv を用いて (数8) 及び (数9) に従って、特徴抽出行列 AF、BF が計算される (S16)。

【0052】以上がオフラインで実行されるプロセスである。

【0053】次に、オンライン処理について、オンライン処理の動作フローを図5に示し説明する。オンライン処理の目的は、イメージスキャナ1から入力された身分証の顔画像とビデオカメラ2からの顔画像とが同一人物かどうかを判定するものである。ビデオカメラ1から直接取り込まれた顔画像 (A/D変換後) とイメージスキャナ2から得られた顔画像は、画像メモリA3、画像メモリB4に入力され、入力された顔画像は画像メモリA3、画像メモリB4から読み出され、例えば一次元のデータ列に変換され、パターンメモリA7及びパターンメモリB8に転送される (S50)。

【0054】パターンメモリA、Bのパターンa2及びパターンb1は、オフライン時に予め求めた特徴抽出行列メモリ19、20からの特徴抽出行列AF、BFから (数10)、(数11) により、それぞれ特徴ベクトル fB1、fA2を求める (S51)。

【0055】次に、特徴ベクトル fA2、fB2の両者の類似度からこれらが同一人物に由来するものであるかどうかを判定する (S52)。判定結果 Y/N をパターン照合のアウトプットとして、出力端子18に出力する (S53)。なお、顔画像データ、パターンセットA、Bをオフラインで獲得、作成したが、二次記憶装置10から入力することも可能である。さらに、オフラインで獲得、作成した、顔画像データ、パターンセットA、Bを二次記憶装置10に格納することも可能である。

【0056】

【発明の効果】以上のように本発明では、比較するパターンデータセットの分布の相違を前提とし、その上で、

それぞれの分布に応じて、2つの分布にまたがるサンプルのクラス内分散を最小化し、クラス間分散を最大化するという統一的な基準を満足する、最適な特徴抽出を実行するため、従来法に比べ格段に高精度なパターン認識及びパターン照合が実現でき、その効果は非常に大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1における顔画像認識装置のブロック構成図

【図2】顔画像認識装置のオフライン処理を説明する動作フローチャート

【図3】顔画像認識装置のオンライン処理を説明する動作フローチャート

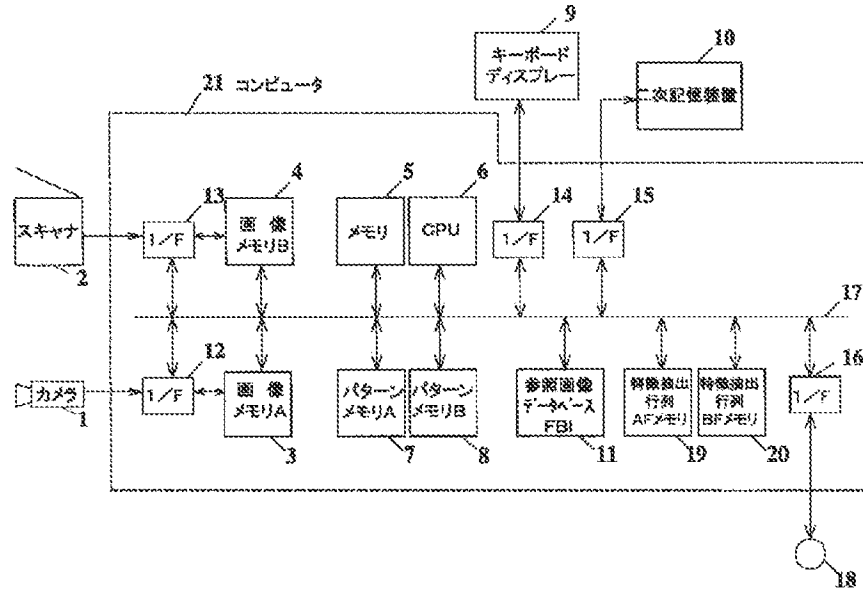
【図4】本発明の実施の形態2の顔画像照合装置のオフライン処理を説明する動作フローチャート

【図5】顔画像照合装置のオンライン処理を説明する動作フローチャート

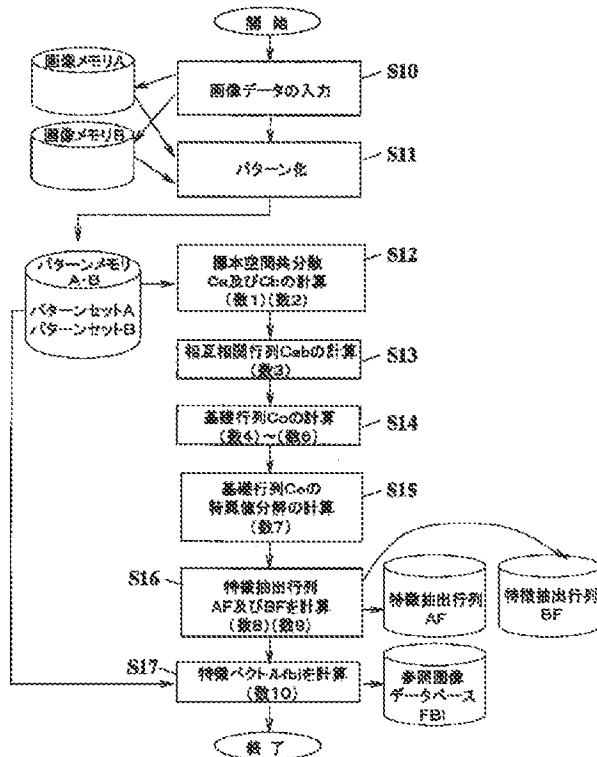
【符号の説明】

- 1 ビデオカメラ (パターンA入力手段)
- 2 イメージスキャナ (パターンB入力手段)
- 3 画像メモリA
- 4 画像メモリB
- 5 高速アクセスメモリ
- 6 CPU
- 7 パターンメモリA
- 8 パターンメモリB
- 9 コンソール (キーボード+ディスプレイ)
- 10 二次記憶手段 (光磁気ディスク)
- 11 参照画像データベース
- 12 I/Fユニット
- 13 I/Fユニット
- 14 I/Fユニット
- 15 I/Fユニット
- 16 I/Fユニット
- 17 システムバス
- 18 出力端子
- 19 特徴抽出行列AFメモリ
- 20 特徴抽出行列BFメモリ
- 21 コンピュータシステム

【図1】

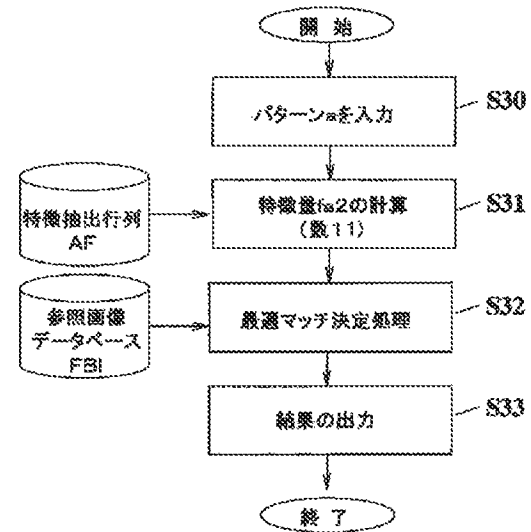


【図2】

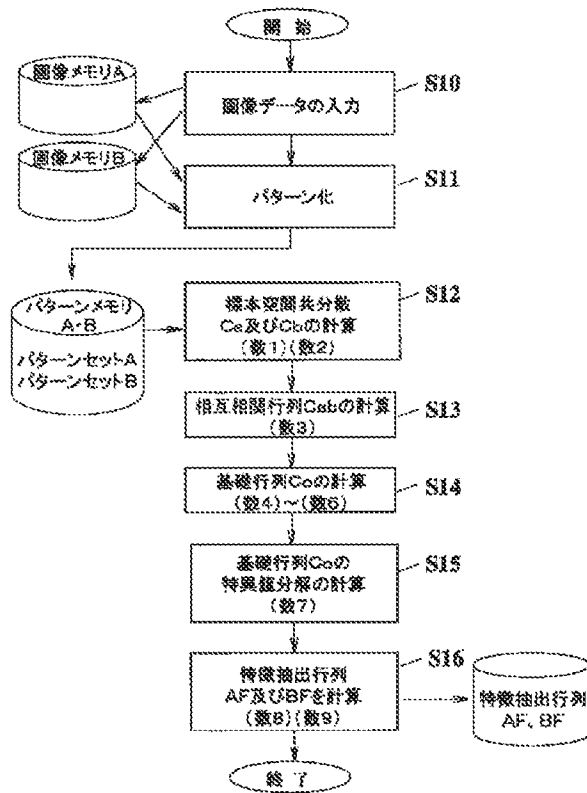


【図3】

オンライン処理



【図4】



【図5】

